Das Irispigment des Katzenauges.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der hohen medizinischen Fakultät zu Rostock

vorgelegt von

Hugo Hasche
prakt. Arzt aus Hamburg.

AGR. D. LDDLBAT. BIBL.

Rostock
H. Winterberg's Buchdruckerei
1902.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen
Fakultät zu Rostock.

Referent: Professor Dr. Barfurth.

Meiner lieben Alten

aus Dankbarkeit gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549205_0067

Das Irispigment des Raubtierauges.

Über das Pigment in der Iris herrscht seit Mitte des vorigen Jahrhunderts ein Streit verschiedener Anschauungen. Die berühmtesten Autoren der Anatomie und der Ophthalmologie haben immer und immer wieder diesen Gegenstand behandelt, ohne dass eine Einigung erzielt wurde. Die Schwierigkeit bei diesen Untersuchungen liegt einerseits darin, dass die Strucktur der Iris bei den einzelnen Tieren ausserordentlich verschieden ist; es ist unmöglich den Befund an der Iris des einen Säugetieres ohne Weiteres auf ein anderes oder gar den Menschen zu übertragen. Das andere Hindernis für die Erforschung ist die

grosse Schwierigkeit, das Pigment zu beseitigen. Bei einigen Tieren, den albinotischen Kaninchen, Ratten, Mäusen, fehlt zwar das Pigment — diese sind dann natürlich auch sehr gute Objekte zu Untersuchungen —, doch kommt bei den meisten Tieren ein solcher Zustand überhaupt nicht, oder nur sehr selten vor. Ist es dann gelungen, durch Chlorwasser, Kalium hypermanganicum und Oxalsäure oder Wasserstoffsuperoxyd das Pigment zu entfernen, so ist häufig das Gewebe derartig zerstört, dass es zur mikroskopischen Untersuchung nicht mehr brauchbar ist. Hinzu kommt dann ferner noch, dass eine depigmentierte Iris äusserst schwer irgend welche Farbstoffe annimmt.

Bevor ich auf das Pigment der Iris eingehe, sei mir gestattet, eine kurze anatomische Beschreibung der Irisschichten zu geben.

Man unterscheidet an der Regenbogenhaut allgemein einen vorderen bindegewebigen Teil, die Pars uvealis iridis, der aus dem äusseren Mesenchym der Augenanlage hervorgeht und einen hinteren dünneren epithelialen Teil, die Pars retinalis iridis, der sich aus dem Rande des Augenbechers entwickelt, also dem Ophthalmencephalon angehört und wie das ganze Gehirn ectodermalen Ursprungs ist. (*Kölliker*, *Lieberkühn*, *Kessler* u.a.)

Der vorderen Fläche der Iris sitzt ein Endothel auf, das aus einer einfachen Lage polygonaler platter Zellen besteht. Hinter diesem Endothel liegt die vordere Begrenzungsschicht, die aus 3-4 Lagen spindelförmiger Zellen besteht und schon zum eigentlichen Irisstroma gehört. Die Begrenzungsschicht geht ohne scharfe Grenze in die Gefässschicht der Regenbogenhaut über. Sie

besteht hauptsächlich aus Blutgefässen, zwischen denen sich ein lockeres Bindegewebe befindet und zwischen dessen einzelnen Bündeln grössere und kleinere Lymphlücken liegen. Im Stroma der Iris finden sich platte Bindegewebszellen, leukocytenähnliche, spindel- und spinnenförmige und dunkel pigmentierte, kugelige und ovale Zellen. In der Gefässschicht, welche die Hauptmasse der Iris einnimmt, liegt nach der Pupille zu der Musculus sphincter pupillae. Nach hinten wird das Irisstroma durch die hintere Begrenzungshaut, die sog. *Bruch*sche Membran begrenzt. Hinter der hinteren Begrenzungshaut liegt dann der epitheliale Teil der Iris, das sogen. Stratum pigmenti iridis.

Nach den grundlegenden entwicklungsgeschichtlichen Studien von *L. Kessler* (21) und *Lieberkühn* (31. u. 32a) stellt nun dieser epitheliale Teil der Iris die Verlängerung

des vorderen Augenblasenrandes dar und liefert das schon anfangs sehr deutlich zweischichtige hintere Irispigment, und zwar entwickelt sich dieses zuerst im äusseren Blatt der sekundären Augenblase (des Augenbechers.) Sobald sich dann der Rand der letzteren gegen den vorderen Linsenpol auszieht, beginnt das Pigment von dem äusseren Blatt auch auf das innere überzugreifen. Nach den Forschungen von *Ucke* (53) entwickelt sich bei der Katze das Pigment erst ziemlich spät. Es tritt nicht wie bei den meisten andern Säugern in den hinteren Teilen der Augenblase, sondern zuerst in den vorderen Teilen auf und schreitet dann nach hinten fort, greift dabei nach *Ucke*'s Beobachtung bei Vögeln und Säugern auch auf den Augenblasenstiel (Opticus) über. *Koganei* (24) hat nun durch vorsichtiges Abpinseln die vordere Lage der Epithelschicht von der hinteren getrennt

und fand, dass die vordere etwa nur halb oder drittel so dick war, als die hintere. Nach Bleichung der Iris mit Chlorwasser stellte er ferner fest, dass beide Schichten aus Zellen mit einem hellen Fleck als Kern bestanden. Die vordere hing mit der hinteren Begrenzungshaut fest zusammen. Ihre Zellen waren spindelförmig und hatten meist einen ovalen Kern, der parallel zu den Fasern der hintern Begrenzungshaut stand. Die viel stärker pigmentierten Zellen der hinteren Lage waren nach der Fläche hexagonal, von der Seite gesehen kubisch oder cylindrisch mit einem kugeligen Kern. Das Pigmentepithel folgte genau den radiären Falten der hinteren Begrenzungshaut; ausserdem bildete die hintere Lage darauf senkrechte, regelmässige, viel kleinere, etwa drei Zellen umfassende, in der Pars ciliaris stärker ausgeprägte Falten, woran die vordere Lage

und die hintere Begrenzungshaut nicht teilnahmen. Der Formunterschied der Zellen der vorderen und hinteren Lage war jedoch eine erst im späteren Leben eingetretene Erscheinung; denn bei Embryonen fand *Koganei* beide Zellenlagen gleich; die vordere umgekehrt wie beim Erwachsenen stärker pigmentiert als die hintere. Die hintere Fläche ist nach *Schwalbe* (46) von einem ganz feinen, glasartigen, durchsichtigen Häutchen, der Membrana limitans, überzogen, welche am Pupillalrande gerade so weit reicht wie das Pigmentepithel und nach dem Ciliarrande hin in die gleichnamige Haut der Ciliarfortsätze sich fortsetzt.

Uneinig waren nun die Autoren lange darüber, ob die vordere pigmentierte Zellage zu der faserigen hinteren Begrenzungshaut gehört oder nicht. Beeinflusst waren die ersten anatomischen Untersuchungen dieser

Schichten hauptsächlich durch die Physiologen. Der Sphincter der Pupille war Anfang der dreissiger Jahre gefunden; über ihn ist auch nie gestritten worden. Die Physiologen behaupteten nun, dass geradeso wie es einen Muskel für die aktive Kontraktion der Pupille gäbe, es auch solchen für die aktive Dilatation geben müsse. Dass eine solche thatsächlich stattfindet, wurde dann auch später von *Hurwitz*, *Langley* und *Anderson* dadurch bewiesen, dass sie durch zwei Radiärschnitte einen Sektor der Iris vom Zusammenhange mit den übrigen Teilen derselben isolierten und dann diesen Sektor sowohl direkt als auch den Halssympathikus reizten. Beide Male zeigte sich, dass durch diese Reizung der Sektor sich verkürzte. Die ersten Forscher, die sich mit der Dilatation der Pupille beschäftigten, sind der Physiologe *Brücke* und der Anatom *Kölliker* gewesen.

Sie fanden unter den Irisgefässen zerstreut radiäre Bündel, die sie für glatte Muskelfasern hielten. *Bruch* entdeckte dann später zwischen dem eigentlichen Stroma der Iris und der undurchsichtigen Pigmentschicht einen hellen Streifen, den er als eine zarte, glashelle und strukturlose Membran von faserigem Aussehen beschrieb und als Fortsetzung der Basalmembran der Chorioidea betrachtete, da sie sich über die Processus ciliares auf die hintere Fläche der Iris verfolgen liess. In der betreffenden Membran fand er ziemlich viele ovale hinten und vorn zugespitzte Kerne, die streifenförmig dicht nebeneinander sassen. *Henle* (17) war der erste, der diese Membran näher beschrieb; er behauptet, dass sie aus Fasern mit stäbchenförmigen Kernen besteht, die Muskelfasern durchaus ähnlich sehen. Es glückte ihm ferner, die Grundsubstanz der *Bruch*schen

Membran so zu färben, dass sie aussah wie der Sphincter, sich aber von dem Bindegewebe unterschied. Er glaubte hier den Dilatator gefunden zu haben. Dieser Ansicht pflichtete *Merkel* (36) vollkommen bei. Er konstatierte, dass die Schicht zwischen Pigmentmembran und der hinteren Begrenzungshaut aus einer ununterbrochenen Schicht doppelt bis dreifach geschichteter isolierbarer Faserzellen besteht, welche sich in keiner Weise von den Muskelelementen des Sphincter und des Musculus ciliaris unterscheiden. Nach seiner Meinung spaltet sich in der Sphinctergegend der Dilatator in zwei Teile, von denen der eine radiär zum Rande der Pupille zieht, der andere nach vorn umbiegt und eigentümliche arkadenartige Verbindungen mit den Fasern des Sphincters bildet. Die einzelnen Muskelbündel verlassen die radiäre Richtung und schlagen die cirkuläre ein. Fast alle Forscher

mit Ausnahme von *Gruenhagen* stimmten *Henle* und *Merkel* bei. So *Jeropheef*, der ferner noch einzelne Muskelbündel im Ciliarteil der Iris an der peripheren Grenze der *Henle*'schen Membran fand, die in eine kreisförmige Richtung nach Art eines Schliessmuskels umbiegen und mit dem Ciliarmuskel nicht im Zusammenhang stehen. *Hüttenbrenner* findet zwischen dem eigentlichen Stroma und der hinteren Epithellage Muskelfibrillen, die vom Ciliarrand zur Pupille ziehen. *Dogiel* beschreibt einen Muskel, der vom Sphincter auf der Vorderfläche der Iris beginnt, sich dann in einzelne Bündel spaltet, zwischen den Gefässen von innen nach aussen zieht und sich am Ciliarring befestigt. Iwanoff, der den Befund von *Merkel* bestätigt, beschreibt, wie der Dilatator sich aus den Bündeln des Sphincters als deren ununterbrochene Fortsetzung entwickelt. Faber

nimmt ausser einem Dilatator noch eine Basalmembran direkt unter dem Epithel an. Den Nachweis eines Dilatators haben dann endlich in neuester Zeit *Grunert* (11), *Grynfeltt* (12), *Heerfordt* (15) und *Myake* (40) geführt. Sie wandten nicht nur Färbemethoden an, durch die das Bindegewebe anders als die Muskulatur gefärbt wurde, sondern sie untersuchten vor allem die Iris im Kontraktions- und Dilatationszustande, indem sie den Tieren vorher Eserin oder Atropin in die Augen träufelten. Sie kamen alle zu dem Ergebnis, dass die zwischen dem Stroma und dem hinteren Epithel liegende Schicht aus Fasern besteht, die Muskelzellen durchaus gleich sehen; denn sie zeigten eine feine longitudinale Fibrillierung und eine entsprechende feine Punktierung des Faserquerschnitts. Die Zellen der *Bruch*'schen Membran wurden ferner nach der *van Gieson*'schen, *Hansen*'schen

Methode, sowie mit Cochenillealaun genau so gefärbt wie der Sphincter; die Membran zeigte in der atropinisierten Iris entschieden die Anzeichen einer Kontraktion, während das Irisstroma vor und das Epithel hinter der Membran gleichzeitig passiv zusammengeschoben waren.

Zu den Dilatatorgegnern gehört zunächst *Gruenhagen* (8-10). Er bestreitet ganz entschieden, dass die Streifen, die vom Ciliarrande der Iris zum Pupillarrande ausstrahlen, glatte Muskelfasern sind und glaubt auf Grund anatomischer Studien, aus physiologischen Gründen und nach klinischen Beobachtungen einen Dilatator leugnen zu müssen. Für die nicht muskulöse Natur der hintern Begrenzungsschicht hat *Gruenhagen* die vergleichend anatomische Thatsache hervorgehoben, dass bei den Vögeln, die einen quergestreiften Sphincter und häufig auch

quergestreifte radiäre als Dilatator beschriebene Faserzüge besitzen, die hintere Grenzmembran mit ganz denselben Eigenschaften sich findet wie bei den Säugetieren. »Wollte man also so drückt er sich aus«, »die betreffende Lage hier als Dilatator deuten, so würden die Vögel einen quergestreiften und glatten Dilatator besitzen«. Er überzeugte sich schliesslich allerdings von der radiärgestreiften Oberfläche der Begrenzungsschicht; doch weder »die feinen Spitzen, welche aus der feingestreiften Membran hervorragen, noch die seltenen Kerne, welche hier und dort anzutreffen waren und wohl zu einem Teile den zuvor abgepinselten Epithelzellen, zu einem andern Teile dem Stroma der Iris entstammten«, schienen ihm dazu ausreichend zu sein, um eine muskulöse Beschaffenheit der Membran anzunehmen. *Gruenhagen* nimmt ein doppeltes Epithel an und rechnet die

Schicht der ovalen Kerne der Pars iridica retinae hinzu. Nur *Hampeln* stellte sich auf den Standpunkt von *Gruenhagen* und erkannte die Zweischichtigkeit des Epithels an.

Dann hat der Dilatatorstreit lange geruht, bis im Jahre 1883 *Schwalbe*(46) sich *Gruenhagen* anschloss. Er beschreibt die hintere Grenzlamelle als eine glashelle Membran von elastischer Beschaffenheit, 2 μ dick und behauptete, dass diese Schicht zu dünn für den Durchschnitt glatter Muskelfasern sei. An ihre hintere Fläche grenze unmittelbar die vordere Zellenlage der Pars retinalis iridis, die so fest mit ihr verbunden sei, dass beide nur schwer von einander getrennt werden könnten. Er hält die spindelförmigen Zellen für die Fortsetzung des äusseren Blattes der sekundären Augenblase.

Michel(39) giebt eine Ähnlichkeit zwischen Dilatator und Shpincterschicht zu, er findet

die Dilatatorschicht jedoch an Kernen viel ärmer und weist nach, dass im Fötalleben die Grenzschicht nicht aus Spindelzellen, sondern aus einer Membran mit mehr oder weniger rundlichen Zellen besteht. Beim Foetus von sieben Monaten kann er nichts finden, was auf eine Zusammensetzung aus glatten Muskelfasern hindeutet. Er kommt zu dem Schlusse, dass die Gebilde, die im Auge der Erwachsenen Ähnlichkeit mit glatten Muskelfasern haben, solche nicht sein können, oder dass anzunehmen sei, dass postfötal eine Entwicklung glatter Muskelfasern vor sich gehe.

Koganei (24) behauptet ebenfalls, dass die hintere Begrenzungshaut nicht muskulös sei, sondern eine Membran, die aus eigentümlichen durch eine Kittsubstanz zusammengehaltenen Fasern besteht, keine Kerne besitze und ohne jegliche Struktur sei. Auch *Fuchs* (7) und *Eversbusch* (3) sind Anhänger von *Schwalbe*

und *Koganei*. Sie halten die hintere Grenzmembran nicht für muskulöser, sondern elastischer Natur. Aus entwicklungsgeschichtlichen Gründen fasst *Eversbusch* die Grenzlamelle als Fortsetzung der Glaslamelle der Chorioidea auf. Ihre Kerne deutet er als Kerne von Zellen, die der Oberfläche der elastischen Fasern anliegen, mit ihrer Längsaxe parallell der Faserung stehen.

Retzius (45) erscheint die Grenzschicht als eine radiär gestreifte Lamelle, der an der hinteren Seite länglich ovale Kerne angelagert sind, die von etwas spindelförmig gestaltetem pigmenthaltigem Protoplasma umgeben sind. Ausser dieser radiären Streifung findet *Retzius* auch eine radiäre Anordung in Bündeln mit ovalen oder spindelförmigen Kernen, die mit ihrer Längsaxe radiär gerichtet sind. Rings um die Kerne bemerkte er körnige Ansammlung von an braunem Pigment reichem Protoplasma.

Diese Zellschicht bezeichnet er wie *Schwalbe* und *Gruenhagen* als die vordere oder äussere Retinalschicht der Iris. Die fibrilläre Beschaffenheit der Bündel schien *Retzius* für Muskulatur zu sprechen; doch konnte er beim Menschen an der Begrenzungshaut keine Nervenendigungen auffinden. Da nun die Begrenzungshaut bei Kaninchen dieselben Eigenschaften zeigte wie beim Menschen, und er beim albinotischen Kaninchen Nervenendigungen fand, so glaubt er die muskulöse Natur dieser Schicht nicht ganz von der Hand weisen zu können.

Durch die neuesten Untersuchungen von *Vialleton* (54), *Grynfeltt* (12) und *Heerfordt* (15) ist nun aber nicht nur das Vorhandensein des Dilatator pupillae sicher festgestellt, sondern auch seine Entwicklung aufgeklärt worden. Wie *Kallius* (20) in seinem Berichte über das Sehorgan bemerkt, hatte schon

Vialleton bei seinen Untersuchungen den Eindruck, dass der Muskel möglicher Weise epithelialen Ursprungs sein könnte, wie die Muskeln in den Schweissdrüsen. *Grynfeltts* Beobachtungen, der nicht weniger als 34 Tierspecies auf den Dilatator untersucht hat, haben dies bestätigt. Nach Grynfeltt (12) geht die äussere Schicht der Augenblase nicht, wie *Grunert* meint, verloren, sondern bekommt die wichtige Aufgabe den Dilatator zu bilden. Zu denselben Ergebnissen gelangte *Heerfordt* (14) (15) durch Untersuchungen am Kalbe, Kaninchen, Seehund und am Menschen. Dem epithelialen Ursprung der Irismuskulatur entspricht die von *Nussbaum* aufgedeckte überraschende Thatsache, dass bei Knochenfischen die Muskelfasern der Campanula oder des Musculus retractor lentis umgewandelte Zellen der Augenblase sind.

Über das Pigment im Irisstroma haben neuere Forschungen manche Aufklärung gebracht. Eine genauere Beschreibung der Pigmentzellen finden wir schon in Dr. Rudolph Wagners Handbuch der Physiologie von *Valentin*. In seiner Beschreibung des Irispigments heisst es: »Unter Pigment versteht man diejenigen Kolorationen, welche durch einen eigentümlichen Zellinhalt hervorgerufen werden, und die meist schwarz oder braun sind. Die Körnchen, welche die dunkeln Farbennüancen bedingen, heissen Pigmentmoleküle. Schwarzes oder körniges Pigment wird dadurch erzeugt, dass meist platte Zellen meistenteils runde Pigmentmoleküle als Inhalt so reichlich besitzen, dass nach Massgabe der vorhandenen Menge derselben dunkle, braune bis schwarze Färbungen herauskommen; sie verlieren bei stärkerer Vergrösserung an Farbe; die Zellen, die das Pigment enthalten, sind verschieden; selten

rund, häufig polyëdrisch, häufig erscheinen zwischen den dunkeln polygonalen Flecken helle Streifen, die die Doppelwände der einzelnen Zellen sind. Bei gefüllter Pigmentzelle ist der Kern unsichtbar. Bei Albinos fehlen nicht die Pigmentzellen, es fehlen nur die Pigmentmoleküle. Das Pigment verschwindet im Alter durch Verhornung. Auch die Entwicklung der Pigmentzellen hat Valentin schon beobachtet. Er meint, dass zuerst die verhältnissmässig grossen Kerne vorhanden sind, um die dann die jungen anfangs farblosen Pigmentzellen entstehen und in ihrer Abplattung gewissermassen eine Mosaik bilden. Die Ablagerung der Pigmentmoleküle erfolgt um den hellen Kern, sodass dieser in der Mitte hell, an der Fläche dunkel erscheint. Bei Pigmentanhäufung wird der Kern verdeckt. Ist die Zelle verkleinert, so sind auch die Pigmentmoleküle dicht an einander gehäuft und erzeugen so einen schwarzen

Fleck. Je mehr sich die Zelle ausdehnt, desto mehr zerstreuen sich die Pigmentmoleküle in dem Zellplasma; die Färbung wird blasser. Schon *Valentin* kennt den Nutzen des schwarzen Pigments und hat die Beobachtung gemacht, dass Tiere, denen es fehlt, lichtscheu sind.

Leydig (30-31a) hat ebenfalls das Pigment der Iris untersucht. Er findet, dass die Körnchen des gelblichen Pigments in Bindesubstanzzellen enthalten sind. Die einzelnen Körner sind so klein, dass er selbst bei starker Vergrösserung über ihre Form nichts näher bestimmen kann. Bei Vogelaugen weist er in den gelben Augen zwei Arten von färbenden Elementen nach. Einige Kügelchen sind fettiger Natur, die nach Behandlung der Iris mit Äther verschwinden; die andern Kügelchen sind weissgelb bei auffallendem, dunkel bei durchgehendem Licht.

Bei der Untersuchung des Auges der Katze (Fuchs, Hasen) fand er, dass neben den Kügelchen des gewöhnlichen körnigen Pigments solche Körnchen vorhanden sind, welche dem guaninhaltigen Pigment niedriger Wirbeltiere entsprechen. Die Masse dieser Körnchen sei gelblich, mit deutlichem, wenn auch schwachem Schimmer.

Schwalbe (46) beschreibt die Pigmentzellen des Irisstroma als kugelige, sternförmige, klumpige, mit braunen Pigmentkörnern erfüllte Zellen, verschieden gross, deren Kern schwer sichtbar ist; am zahlreichsten fand er diese Zellen in der Pupillarzone und in der vordersten Schicht der Iris.

Michel (39) gibt an, dass die Form und Gestalt der pigmenthaltigen nnd pigmentfreien Stromazellen sehr ähnlich sind, dass die Menge der einen Gruppe in ergänzender Beziehung zu der andern Gruppe bei den

verschieden gefärbten Regenbogenhäuten steht; in der blauen Iris fehlt das Pigment im Stroma völlig. Da Zwischenstadien zwischen pigmenthaltigen und pigmentfreien Zellen nicht fehlen, (als solche fasst er die Zellen auf, die wohl schon die Pigmentkörner, aber noch keine Farbe besitzen), so macht er zwischen diesen beiden Zellen gar keinen Unterschied und vermutet, dass die Granulationen Vorstufen von Pigmentkörnchen sind. Der Kern, der in den pigmenthaltigen Stromazellen als heller Fleck erkennbar ist, ist nach *Koganei* (24) stets pigmentfrei, doch ist um ihn häufig eine stärkere Ansammlung von Pigmentkörnchen zu konstatieren. Ausser diesen pigmenthaltigen Stromazellen beschreibt *Koganei* dann noch ganz tief dunkel pigmentierte Zellen, die von verschiedenen anderen Autoren vielfach als Pigmentklumpen beschrieben sind. Nach Bleichung mit Chlor-

wasser und Wasserstoffsuperoxyd stellten diese Klumpen sich als Zellen heraus, in denen der sonst nur schwer sichtbare Kern als heller Fleck in der Mitte erschien. Diese Klumpenzellen hat er bei allen Säugetieren, die er untersuchte, gefunden; ihre Pigmentkörnchen glichen denen des Pigmentepithels; er fand sie selbst da, wo alle Stromazellen pigmentlos waren. *Koganei* ist nun ferner der Ansicht, dass sowohl von der Menge als auch besonders von der verschiedenen Intensität der Pigmentierung der Stromazellen die verschiedenen Nüancen der Irisfarbe von hellbläulich, bläulichgrau bis zum tief schwarzbraun herrühren. Bei seinen Untersuchungen fand er in der blauen Iris fast alle Stromazellen völlig pigmentfrei, aber selbst bei der dunkelsten Färbung der Iris waren noch viele Zellen unpigmentiert.

Eigene Untersuchungen.

Meine eigenen Untersuchungen habe ich ausser am Huhn, Meerschwein, Hund, Kaninchen hauptsächlich am Auge der Katze angestellt. Ausserdem war Herr Dr. Stock, Assistent an der hiesigen Augenklinik, so freundlich mir einige seiner depigmentierten Präparate von andern Tieren zur Verfügung zu stellen.

Von Katzen untersuchte ich Embryonen, Neugeborene, eintägige, zwei-, drei-, vier-, fünf-, sechs-, acht-, neun-, zehn-, dreizehntägige, zumal solche, deren Augenlider gerade im Begriff waren sich zu lösen und solche, bei denen sie sich vor wenigen Stunden gelöst hatten, ferner

Katzen von vier, sechs, zehn, zwölf Wochen, 3-4Monaten, halbjährige und ausgewachsenen.

a. Methode der Untersuchung.

Die älteren Tiere wurden mit Chloroform oder Äther getödtet, die jungen Tiere wurden decapitirt. Nachdem die Augen herauspräpariert waren, wurde in die vordere Kammer eingestochen und in dieselbe die betreffende Fixierungsflüssigkeit iniciert, so dass die Kammer prall gefüllt war; dann wurde entweder ebenso der Glaskörper iniciert, oder das Auge wurde im Äquator durchschnitten und in die Fixierungsflüssigkeit gelegt. Als solche wurde hauptsächlich Zenker'sche Lösung benutzt, neben ihr jedoch auch Flemming'sche, Müller'sche Flüssigkeit, Chromessigsäure und Sublimat. Die Augen blieben in der *Flemming*'schen und *Zenker*'schen Flüssigkeit sowie in der Chromessigsäure 24 Std., in

Sublimat je nach der Grösse 1—6 Std., in Müller'scher Flüssigkeit, die anfangs zweimal, später einmal wöchentlich gewechselt wurde, 8 Wochen, und wurden dann im Dunkeln gehalten. Die Augen kamen dann mit Ausnahme der in Sublimat fixierten 24 Stunden in fliessendes Wasser. Die mit Sublimat behandelten Augen kamen aus dem Sublimat sofort, die andern aus dem fliessenden Wasser auf 24 Std. in 70% 24 Std. in 82% und dann in 95% Alkohol, der mehrmals gewechselt wurde. Den in Zenker und Sublimat fixierten Augen wurde beim Einlegen in Alkohol das überschüssige Sublimat durch Jodzusatz entzogen, damit sich keine Sublimatkrystalle bilden konnten. Von den so behandelten Objekten wurde sorgfältig ein Ring ausgeschnitten, der das Corpus ciliare mit der Iris enthielt. Diesen Ring zerlegte ich in Stücke (Quadranten

entsprechend) und die Stücke in Schnittserien. Die Richtung der Schnitte war gewöhnlich radiär.

Zur Färbung benutzte ich Borax-Carmin oder Eosin-Haematoxylin. Einige Stücke wurden durchgefärbt (Borax-Carmin); in anderen Fällen habe ich Schnittfärbung auf dem Objektträger angewandt.

Die Stücke wurden in der Regel in Paraffin, seltener in Celloidin eingebettet und dann geschnitten.

In einigen Fällen habe ich Schnitte nach der *Grunert*'schen Methode depigmentiert und untersucht. Da es mir aber gerade auf das Pigment ankam, habe ich die Depigmentierung nur zur Kontrolle angewandt.

b. Mikroskopischer Befund.

Bei Beurteilung des mikroskopischen Befundes der Katzeniris ist vor allen Dingen

die Thatsache zu berücksichtigen, dass die Pigmentierung der Irisschichten sehr verschieden ist, sowohl in der Farbe als in der Masse. Das Pigment zeigt alle Farbentöne vom hellen gelb bis zum tiefsten braun und schwarz und es kann bei jungen Tieren stark angehäuft sein oder auch fast ganz fehlen. Während z. B. bei jungen Tieren der beiden ersten Monate in der Muskelschicht der Iris normalerweise nur einzelne schwarze Pigmentkörner vorkommen, fand ich bei einem sechswöchigen Kätzchen tief dunkel gefärbte Pigmentzellen nicht nur im Irisstroma, sondern auch in der Muskelschicht der Pars retinalis iridis.

Solche Ausnahmen bestätigen aber nur die Regel, dass das Pigment im Irisstroma mit dem Alter zunimmt und vorwiegend gelb gefärbt ist. Die nachfolgende Mitteilung der Befunde wird diese Thatsache ins rechte Licht stellen.

1. Das Pigment in der Pars retinalis iridis.

Bei einem Katzenembryo, der dem Uterus einer frisch getöteten Katze entnommen war, und der von der Schnauze bis zur Schwanzwurzel etwa 10 cm mass, ergiebt die mikroskopische Untersuchung der mit *Zenker*'scher Mischung fixierten, mit Hämalaun gefärbten Iris folgenden Befund. An der Pars retinalis lassen sich einzelne Zellen nicht erkennen; sie bildet eine tiefschwarze, am Pupillarrande etwas verdickte aufwärts gekrümmte Schicht; an einer Serie aber, die mit Borax-Carmin gefärbt ist, erscheinen die beiden Epithellamellen des äusseren und inneren Augenbecherrandes, zwischen welchen sich eine stärkere Anhäufung des Pigments ganz besonders bemerkbar macht, ziemlich deutlich; und an vielen Stellen sind sogar die einzelnen Zellen ganz gut zu erkennen. Bei Anwendung stärkerer Vergrösserung

(Zeiss. apochromatisches Objektiv 4,0; Kompensationsokular 8, Vergrösserung 500) erkennt man an einigen Stellen, wo durch den Schnitt der Verband der Zellen zufällig gelockert ist, dass das Pigment aus einzelnen ziemlich dicht zusammengedrängten Körnchen besteht. Sie sind länglich oder kugelförmig und meist dunkelbraun, zuweilen hellbraun gefärbt. Über der kompakten Pigmentschicht liegen einzelne oder in Gruppen zusammengeballte Pigmentkörner, die nur zum Teil beim Schneiden aus dem Zusammenhang mit den Pigmentkörnern der Pars retinalis iridis herausgerissen wurden, grösstenteils aber an Ort und Stelle gebildet sind, wie aus ihrer erheblichen Grösse geschlossen werden kann. Für diese Auffassung spricht noch besonders der weitere Befund am Pupillarteil der Iris. Hier sieht man ausgehend von

der oben erwähnten aufwärts gerichteten Krümmung der Pigmentschicht eine ganze Anzahl länglicher Gruppen von Pigmentkörnern, die fast Zellform annehmen und lang gestreckte Reihen dieser Körner, deren Zahl von 1—15 schwankt.

Die Aufklärung dieses Befundes liefert die wichtige Entdeckung der neuesten Forschung, dass nämlich die Musculi Sphincter und Dilatator pupillae von den vorderen Zellen der Pars retinalis iridis am freien Augenblasenrande abstammen, welche Entdeckung wir besonders *Vialletton*, *Grynfeltt*, *Heerfordt* und *Nussbaum* verdanken. (Vgl. *Kallius*, Sehorgan, Ergebnisse der Anatomie und Entwickl. 8. und 10. Bd.) *Nussbaum* erwähnt ausdrücklich die Pigmentkörnchen in den glatten Muskelfasern beim Menschen. Er sagt darüber: »Beim Menschen ist das von der neugeborenen Maus dargestellte

Stadium im 5. Schwangerschaftsmonat ausgebildet. Der M. sphincter pupillae ist vorhanden. Im Stroma der Iris ist noch kein Pigment abgelagert; wohl aber enthalten beide Blätter der Augenblase, welche die Iris auf ihrer Innenfläche überziehen, Pigment in allen ihren Zellen wie das echte Retinaepithel. Auch der sphincter pupillae ist um diese Zeit noch pigmenthaltig. Erst später schwinden die Pigmentkörner aus seinen glatten Muskelfasern, die von den pigmentierten vorderen Zellen am freien Augenblasenrande abstammen«. (p. 39.) Denselben Befund lieferte die Iris von Katzenembryonen von 12 cm Länge.

Die Schnittserie der Iris eines neugeborenen Kätzchens zeigt besonders deutlich die Pigmentierung der auf die Pars retinalis iridis folgenden Muskelschicht, deren Bedeutung oben auseinandergesetzt wurde. Im

Retinalteil der Iris von ganz jungen Kätzchen zeigt sich im Wesentlichen derselbe Befund wie bei den früher beschriebenen Embryonen und bei dem neugeborenen Tier.

Die Anhäufung des Pigments ist stärker geworden. Die Abgrenzung der Epithelschichten und ihrer Elemente ist auch an mit Boraxkarmin gefärbten Schnitten nur an wenigen Stellen möglich. Auch hier sieht man wieder die Gruppen und Reihen von Pigmentkörnern, die scheinbar aus dem Zusammenhang des Retinalpigments herausgerissen sind. Sie finden sich nur im Bereich der Muskulatur und hören dort, wo die Muskulatur ihr Ende erreicht, wie abgeschnitten auf. Dabei sind sie auch hier im Pupillarteil stärker vorhanden wie weiter seitlich.

Wenn ich jetzt zur Schilderung einer jungen Katze von 10 Tagen, bei welcher

gerade die Lösung der Augenlider erfolgt war, übergehe, so mag zuerst erwähnt werden, dass an den Schnitten dieses Präparates, welches durch Fixierung in *Zenker*'scher Mischung und Färbung mit Eosin-Hämalaun gewonnen wurde, über dem Pupillarteil der Iris ansehnliche Reste von Gefässen vorhanden sind, die bei den früheren Präparaten wohl nur durch die Art der Präparation entfernt worden waren. Es handelt sich hier um die Reste des Pupillarteils der Tunica vasculosa lentis, deren typische Rückbildung nach *Oskar Schultze* vom Centrum nach der Peripherie unter Bildung von Gefässschlingen und eines gefässfreien Centrums erfolgt (*Schultze, O.*, Zur Entwicklungsgeschichte des Gefässsystems im Auge VII, pag. 8.).

Was nun das Pigment in der Retinalschicht der Iris an diesem Objekt anbetrifft,

so ist es ebenso stark entwickelt und von derselben Beschaffenheit wie das des vorher beschriebenen Katzenauges. Auch finden sich hier wieder zahlreiche Gruppen und Reihen von Pigmentkörnern im Bereiche der äusseren Epithelschicht, die die Bildung der Irismuskulatur vorbereitet. Wesentlich dasselbe Verhalten zeigt der Retinalteil der Iris älterer Katzen, von denen ich noch eine zweimonatige, 3—4 monatige und sechsmonatige und eine zweijährige untersucht habe. Es sei noch besonders hervorgehoben, dass in der Muskelschicht der Iris aller dieser Tiere die früher beschriebenen freien Pigmentkörner eingestreut sind. Bei der zweimonatigen und sechsmonatigen sind sie wie früher beschrieben in Reihen angeordnet, bei der zweijährigen einzeln gelagert und zerstreut.

Bei der zweijährigen Katze kommen ausser in Reihen und Gruppen gelagerten auch vereinzelte Pigmentkörner vor und zwar liegen die Pigmentkörnerreihen und Gruppen mehr nach dem Retinalteil der Iris; die andern weiter aufwärts.

2. Das Pigment des Irisstromas.

Die Iris des oben beschriebenen Katzenembryos von 10 cm Länge enthält zahlreiche Pigmentzellen, welche im Pupillarteil der Iris spärlicher, im Ciliarteil in stärkerer Anhäufung liegen. Ihre Form ist ausserordentlich verschieden; länglich, kugelig, spindelförmig, keulenförmig, bandförmig oder ganz unregelmässig. Manchmal hängen zwei oder mehrere Zellen innig zusammen, als wären sie soeben durch Teilung aus einer Mutterzelle hervorgegangen. In der Regel sieht man nur die Pigmentkörner der Zellen,

während der Zellkörper und der Kern nicht sichtbar sind, sondern durch die Pigmentkörner verdeckt werden. Es tritt jedoch in einigen weniger starkpigmentierten und deshalb helleren Zellen der Kern deutlich hervor, der wie schon *Koganei*(24) nachgewiesen hat, stets pigmentfrei ist. Das Pigment selbst ist fast in allen Zellen dieser Art heller als das des Retinalteils der Iris und zeigt alle Übergänge vom hellen Gelb bis zum dunkelsten Braun, jedoch überwiegt der braune Farbenton durchaus. Die einzelnen Pigmentkörner selber sind nur da deutlich zu sehen, wo die Zellen vom Schnitt getroffen wurden und wo deshalb die Körner in dünnerer Schicht liegen. Sie erscheinen als längliche, kugelige oder unregelmässig geformte Körner von verschiedener Grösse. Diese Zellen sind nicht auf einzelne Schichten der Iris beschränkt; sie finden sich sowohl

zwischen den Muskelfasern des Dilatator als des Sphincter pupillae, wie auch in der Gefässschicht. Um einige Gefässe sind sie entschieden stärker angehäuft als an anderen Stellen. Diese Beobachtung entspricht der von *Krückmann* (26) mitgeteilten, dass auch das Pigmentepithel da zuerst auftritt, wo sich die Blutgefässe in reichlicherer Menge finden.

Im Irisstroma von ganz jungen Kätzchen (vergl. oben) liegen zahlreiche Pigmentzellen in allen Schichten zerstreut wie in dem früher beschriebenen Präparat. An Schnitten, die mit Boraxkarmin gefärbt sind, hebt sich der Zellkörper von dem gelblichen oder braunen Pigment deutlich ab. Auch hier ist die Anhäufung des Pigments um die Gefässe stärker als an anderen Stellen. Im Irisstroma des oben erwähnten 10tägigen Kätzchens, bei dem die Lösung der Augenlider erfolgt war, machen sich eigentümliche Erscheinungen

bemerkbar, die man wohl mit dem Eintritt der Funktion beim Eindringen des Lichts in das Auge in Zusammenhang bringen darf. Über der Muskelschicht des Sphincter und Dilatator pupillae, also in der Gefässschicht und vorderen Grenzschicht sieht man eine sehr grosse Zahl kugeliger oder länglicher Zellen mit mehr oder weniger stark pigmentiertem Protoplasma. An den Kernen dieser Zellen machen sich ungewöhnlich viele Mitosen bemerkbar. Diese Zellen sind die schon früher von uns als Pigmentzellen bezeichneten Gebilde und sind hier in sehr starker Vermehrung begriffen. Noch auffallender aber ist eine andere Erscheinung. Im Irisstroma zwischen den Pigmentzellen oder mit ihnen in deutlicher Verbindung treten zahlreiche Fasern von grosser Feinheit auf, die ihrem Aussehen nach Bindegewebsfibrillen entsprechen. Diese Fibrillen

sind manchmal zu Bündeln zusammengefügt und zeigen gewöhnlich einen welligen selten einen geraden Verlauf. Die Richtung dieser Fasern läuft auf den Meridionalschnitten der Richtung des Schnittes im Allgemeinen parallel, ist also wesentlich meridional. Es ist aber zu bemerken, dass an Querschnitten grösserer Gefässe die Fasern auch ringförmig angeordnet sind und also das Lumen der Gefässe umkreisen. Auch kommen im Stroma der Iris Durchkreuzungen und Verflechtungen der Fasern vor. Schwierig ist es, den Ursprung der Fasern festsustellen. Indessen lassen sich bei genauerer Betrachtung mit stärkeren Systemen zwei Arten von Fasern unterscheiden. Die Fasern der ersten Art sind ungefärbt und gehen von kleinen länglichen Zellen mit entsprechend gestrecktem Kern aus. Diese Zellen sind ohne Zweifel gewöhnliche Bindegewebszellen, und

die Fasern sind von ihnen gebildete Bindegewebsfibrillen. Die Fasern der zweiten Art sind leicht gelblich gefärbt und gehen aus von den Pigmentzellen. In diesem Stadium sieht man aber verhältnismässig wenige Pigmentzellen mit Fibrillenbildung. Der Unterschied zwischen diesen beiden Fibrillenarten macht sich leicht bemerkbar an Schnitten der Iris einer etwa 6 Monate alten Katze, welche mit *Zenker*'scher Flüssigkeit fixiert und mit Eosin-Hämalaun gefärbt wurde. Hier ist das Protoplasma der Bindegewebszellen ziegelrot gefärbt, und dieselbe Farbe haben die von ihnen ausgehenden Bindegewebsfibrillen. Die Pigmentzellen dagegen haben von dem Eosin nur sehr wenig aufgenommen, sodass ihre gelbe Farbe erhalten geblieben ist; und dieselbe Farbe haben die von ihnen ausgehenden gelben Fibrillen.

Die hier beschriebenen Eigentümlichkeiten des Irisstroma treten in der Iris einer zwei-

jährigen Katze noch schärfer hervor. Die Zahl der Pigmentzellen ist so ungeheuer vermehrt, dass sie alle andern Elemente der Iris zurückdrängt. Sie umgeben strangförmig die Gefässe und die Muskelgruppen des Sphincter iridis. Sie bilden über dem Retinalteil der Iris fast geschlossene Reihen und unter der Endothelschicht eine dichtgeschlossene Lage.

Sehr bemerkenswert ist nun vor allen Dingen der Farbenunterschied dieser Zellen. Dicht über dem Retinalteil enthalten die Zellen braunes bis schwarzes Pigment. Weiter aufwärts nach dem Endothel zu wird es heller, bis es ganz hellgelb wird. Mit diesem Farbenunterschied steht ebenfalls eine sehr merkwürdige Verschiedenheit der Pigmentzellen in Zusammenhang. Die braun bis schwarz gefärbten, über dem Retinalteil gelagerten enthalten in ihrem Protoplasma

das Pigment in Form von einzelnen Körnchen. Weitere Differenzierungen im Protoplasma, d. h. Fibrillenbildung enthalten diese Zellen nicht. Die nach dem Endothel zu gelagerten Pigmentzellen dagegen enthalten so massenhaft Fibrillen, dass man vom Protoplasma garnichts sieht und nur der Kern deutlich hervortritt. Alle diese Fibrillen nun sind leuchtend gelb gefärbt und zwar tritt der Farbstoff nicht in einzelnen Körnchen auf, sondern ganz diffus. Die Fibrillen haben keinen bestimmten Verlauf. Nach *Koganei* (24) sind die Fasern stets einander parallel nach der längsten Achse der Zelle gerichtet. Da nun die Achsen der Zellen verschieden gerichtet sind, so trifft man an derselben Stelle des Schnittes in den Zellen quer, schräge und längs getroffene Fasern; indessen ist die Richtung der Fasern in den Zellen nicht immer ein-

heitlich, was daraus geschlossen werden muss, dass in ein und derselben Zelle quer und schräg getroffene Fasern vorkommen. Schon *Koganei* hat darauf aufmerksam gemacht, dass diese Zellen es sind, welche der Iris den eigentümlichen Goldglanz verleihen. *Koganei* hält sie für homolog den Tapetalzellen der Chorioidea. Zwischen den Pigmentzellen und ihren Fibrillen liegen auch die früher beschriebenen Bindegewebszellen mit ihren Fibrillen, die schon *Kölliker* in seinem Handbuch der Gewebelehre (III. Auflage 1859) beschrieben hat.

c. Das Leuchten des Raubtierauges.

Betrachtet man das Auge eines Raubtieres z. B. eines Hundes oder einer Katze im Dämmerlicht,so sieht man unter günstigen Umständen einen doppelten Lichtreflex. Der eine stammt vom Augenhintergrunde und mag dem

Sprachgebrauch gemäss kurz als »Leuchten« bezeichnet werden; der andere Reflex entsteht auf der Iris und kann als »Irisreflex« vom Leuchten des Augenhintergrundes unterschieden werden.

1. Das »Leuchten« des Augenhintergrundes.

Es ist bekannt und kann durch Beobachtung leicht bestätigt werden, dass das Leuchten des Augenhintergrundes bei Raubtieren Einhufern und Wiederkäuern dem Auge des Beschauers sichtbar wird, wenn das Licht des Tages, oder der Dämmerung, oder auch einer künstlichen Lichtflamme unter einem günstigen Winkel in den Augenhintergrund fällt und von da unter entsprechendem Winkel in das Auge des Beobachters zurückgeworfen wird. Man sieht dann diese prächtige Erscheinung als einen grünlichen oder bläulichen metallischen Glanz

des Augenhintergrundes und man weiss, dass es von einer besondern Schicht des Choriodea, dem Tapetum fibrosum bei den Einhufern und Wiederkäuern, dem Tapetum cellulosum bei den Raubtieren, erzeugt wird. Diese Thatsache hat *Brücke* (1a.) bereits definitiv festgestellt. Er wies ferner nach, dass das Licht, welches vom Tapetum zurückkommt, in jedem einzelnen stabförmigen Körper des Tapetum nicht mehr dieselbe Farbe haben könne, wie das eingefallene, sondern die Farbe der entsprechenden Stelle des Tapetum mitbringe. Er stellte in einer Dunkelkammer sich das betreffende Tier so gegenüber, dass der Kopf desselben in der Sehachse seines offenen Auges lag. Eine Kerze und einen Pappschirm stellte er unmittelbar daneben so auf, dass die Flamme durch den Schirm seinem Auge verdeckt wurde. Er beobachtete nun, dass die Augen des betreffenden Tieres fortwährend leuchteten, wenn der Blick desselben nicht zu weit von

der Beobachtungsstelle abgewandt war. Die Farbe des zurückgeworfenen Lichtes wechselte zwischen Dunkelrotbraun, brennendem Rot, Blau, Grün, Hellgelb bis zum Weiss und auch bei einigen bis zum schwachen Violet. Häufig, jedoch nicht immer, sah er den Farbenwechsel mit den Bewegungen des Auges zusammenfallen. Er tötete nun das Tier und fand, dass alle Farben noch vorhanden waren nur das Rot bis auf einen ganz schwachen Schimmer, der sich nur hier und da beim Hin- und Herbewegen des Lichtes zeigte, verschwunden war. Er brachte ein Auge unter Wasser und sah das Tapetum in vollem Farbenglanz; die Venen der Nervenhaut nicht mehr intensiv rot sondern dunkelbraunrot gefärbt; der andere Teil des Auges war dunkel. Er tötete nun ein zweites Tier und spritzte den Kopf mit Leimwasser und Zinnober aus und brachte ein Auge unter

Wasser und sah ausser dem Cefässnetz der Netzhaut rote Streifen, welche er als die grossen injicierten Arterienstämme der Chorioidea propria erkannte. Ihm leuchtete es jetzt ein, dass alle Farben mit Ausnahme der roten vom Tapetum herrührten, das Rot aber von den zu Tage liegenden grossen Gefässen.

2. Der Irisreflex.

Neben diesem metallischen Glanz kommt aus dem Katzenauge aber noch ein gelblicher Reflex, der die Pupille umgiebt und nur von der Iris herrühren kann. (Vgl. *Leydig*, 31, p. 10.) Träufelt man nämlich einer Katze Atropin in die Augen, sodass die Pupille ad maximum erweitert wird, so wird dieser Reflex gleichzeitig mit der Erweiterung der Pupille bedeutend schmäler. Verengt man dagegen durch Einträufelung von Eserin die Pupille ad maximum, so wird dieser Reflex

entsprechend breiter. In der Pupille selbst sieht man aber stets nur das metallische Leuchten des Tapetums ohne irgend einen Reflex. Bei meinen Untersuchungen habe ich nun beobachtet, dass das gelbe Pigment im Irisstroma bei Katzenembryonen und solchen Kätzchen, deren Augenlider noch nicht gelöst waren, sehr schwach entwickelt war, — die Farbe der Iris war stets grau bis stahlblau. — Enukleirte man die Augen und liess das Licht unter einem bestimmten Winkel hineinfallen, so sah man das Leuchten aus dem Augenhintergrunde ohne irgend einen Reflex der Iris. Derselbe trat hingegen erst allmählich auf, wenn die Tiere älter wurden und das gelbe Pigment sich mehr entwickelt hatte. Schwach war der Reflex bei sechs Wochen alten, stärker bei acht, zehnwöchigen und am stärksten bei erwachsenen Katzen. Bei hellem Tageslicht sieht man die Iris als einen

weiss gelben breiten Ring, in der Dämmerung und bei auffallendem künstlichen Licht tritt die gelbe Färbung stärker hervor. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass dieses gelbe Licht von den gelben Pigmentzellen des Irisstroma reflectirt wird, wie schon *Koganei* bemerkt hat.

b. Ergebnisse.

1. Wie bei allen Raubtieren finden wir auch bei der Katze ein Leuchten des Augenhintergrundes von metallisch grünlicher Färbung, dessen Ursprung und Beschaffenheit hauptsächlich von *Brücke* und *Leydig* aufgeklärt wurde.

2. Ausserdem sieht man bei Katzen in der Dämmerung oder bei künstlicher Beleuchtung einen leuchtenden Reflex der Iris, von ausgesprochen gelber Färbung *(Leydig, Koganei)*.

3. Dieser Irisreflex wird dadurch erzeugt, dass die einfallenden Lichtstrahlen von eigen-

tümlichen gelben Pigmentzellen des Irisstromes in das Auge des Beobachters zurückgeworfen werden.

4. Diese Pigmentzellen sind kugelig, oval, spindelförmig oder verästelt, haben eine sehr auffallende fibrilläre Struktur und sind mit Kernen versehen. *(Koganei.)*

5. Sie kommen in allen Schichten des Irisstromas vor, bilden unter dem Endothel manchmal zusammenhängende Lagen und sind um die Gefässquerschnitte häufig ringförmig angeordnet.

6. Das Pigment ist in diesen Zellen diffus vorhanden, sodass die Fibrillen gelb gefärbt sind, aber der Kern frei bleibt.

7. Ausser diesen kommen noch andere Pigmentzellen vor, die keine Fibrillen enthalten und in denen das Pigment in Form von gelben oder braunen Körnchen enthalten ist.

8. Neben den Pigmentzellen finden sich gewöhnliche Fibrillen bildende Bindegewebszellen, die weder in dem Protoplasma noch in den Fibrillen Pigment enthalten.

9. Bei Embryonen von 10 und 12 cm sind die Epithelschichten der Pars retinalis iridis mit dunkeln Pigmentkörnern vollgepfropft. In dieser Zeit hat sich aus den Zellen der äussern Wand des Augenbechers schon der Musculus sphincter iridis differenziert (*Grynfeltt*, *Heerfordt*, *Nussbaum*), und enthält zwischen den Fasern dieselben dunkeln Pigmentkörner wie die Epithelzellen. Diese Pigmentkörner liegen einzeln, in Reihen oder in Gruppen und finden sich nur im Bereich des Muskels. Später nimmt dieses Pigment ab. Diese Abnahme ist besonders bemerkbar nach Lösung der Augenlider, wenn der Muskel in Thätigkeit tritt. (Vergl *Nussbaum*. Gräfe-Saemisch 1899. p. 38./39.)

10. Im Irisstroma findet sich bei Embryonen von 10 und 12 cm noch kein Pigment. Erst nach der Geburt treten neben den gewöhnlichen Bindegewebszellen Pigmentzellen auf, die sich besonders nach Lösung der Augenlider schnell vermehren und dann wie die einfachen Bindegewebszellen ebenfalls Fibrillen bilden.

11. Alle diese Vorgänge fallen zusammen mit dem Beginn oder der stärkeren Ausübung der Funktionen des Auges und seiner Teile.

12. Nach Lösung der Augenlider wird der Musculus sphincter iridis durch vordringende Bindegewebsfasern in Bündel abgeteilt. Dieser Vorgang steht vielleicht im Zusammenhang mit dem Beginn (?) oder doch der stärkeren Ausübung der Funktion des Muskels.

Litteratur.

1. *Bruch, C.,* Zur Kenntnis des körnigen Pigments der Iris. Zürich 1844.

1a. *Brücke, E.,* Über die sog. leuchtenden Augen bei den Wirbeltieren. Müller's Archiv 1845.

2. *Dogiel, A.,* Über den Musculus dilatator pupillae. Centralblatt für die medizinischen Wissenschaften 1896.

3. *Eversbusch, O.,* Vergleichende Anatomie über den feinen Bau der Iris der Säugetiere. Zeitschrift für vergleichende Augenheilkunde, III. Jahrgang 1885.

4. *Faber,* Der Bau der Iris des Menschen und der Säugetiere Leipzig 1876.

5. *Fischel, A.,* Über Beeinflussung und Entwicklung des Pigments. Archiv für mi-

kroskopische Anatomie und Entwicklungsgeschichte 1896. Bd. XXXXVII.

6. *Flemming, W.,* Über den Einfluss des Lichts auf die Pigmentierung der Salamanderlarve. Archiv für mikroskopische Anatomie und Entwicklungsgeschichte 1896. Bd. XXXXVIII.
7. *Fuchs, F.,* Beiträge zur normalen Anatomie menschlichen Iris. Archiv für Ophthalmol. 1885. Bd. XXXI. Heft 3.
8. *Gruenhagen, A.,* Über Irisbewegung Virchows Archiv. Bd. XXX. 1864.
9. Derselbe, Über das Vorkommen eines Dilatator pupillae in der Iris der Menschen und der Säugetiere. Zeitschrift für rationelle Medizin, Leipzig 1866, Bd. XXVIII.
10. Derselbe, Über den vermeintlichen Dilatator pupillae der Kanincheniris. Zeitschrift für rationelle Medizin 1869. Bd. XXXVI.

11. *Grunert, C.*, Der Dilatator pupillae, Habilitationsschrift der medizinischen Fakultät der Eberhard Karl's Universität zur Erlangung der venia legendi 1864.

12. *Grynfeltt, Ed.*, Le muscle dilatateur de la pupille chez les mammifères. Thèse présentée et publiquement soutenue à la Faculté de Medicine de Montpellier. Le 11. mars 1899.

13. *Hampeln*, Ein Beitrag zur Anatomie der Iris. Inaug.-Diss. Dorpat 1869.

14. *Heerfordt, C. F.*, Studien über den Dilatator pupillae samt Angabe von gemeinschaftlichen Kennzeichen einiger Fälle epithelialer Muskulatur. 1900. Anat. Hefte Bd. XIV.

15. Derselbe, Nachtrag zu Studien über den Dilatator pupillae samt Angabe von gemeinschaftlichen Kennzeichen einiger

Fälle epithelialer Muskulatur 1901. Anat. Hefte Bd. XV.

16. *Henkel, Friedrich.* Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des menschlichen Auges 1898. Anat. Hefte X.
17. *Henle, J.*, Handbuch der Eingeweidelehre des Menschen Braunschweig, 1866.
18. *Hurwitz*, Über die Reflexdilatation der Pupille. Inaug.-Dissertation Erlangen 1878.
19. *Hüttenbrenner*, Untersuchungen über die Binnenmuskulatur des Auges. Sitzungsbericht der Kaiserlichen Akademie Wien 1868.
20. *Kallius, E.*, Sehorgan. Wiesbaden 1899, 1901 Merkel Bonnet Ergebnisse der Anatomie Band VIII und X.
21. *Kessler, L.*, Zur Entwicklung des Auges der Wirbeltiere. Dorpat 1877.
22. *Kölliker, A. von*, Über den Dilatator pupillae. Anat. Anzeiger 1897 Bd. XIV.

23. Derselbe, Musculus dilatator pupillae. Verhandlungen der anatomischen Gesellschaft auf der 12. Versammlung. Kiel,1898. Im anatomischen Anzeiger Ergänzungsheft zu Bd. XIX, 1898.

24. *Koganei, J.*, Untersuchungen über den Bau der Iris der Menschen und der Säugetiere. Archiv für mikroskopische Anatomie 1885. Bd. XXV.

25. *König, Arthur*, Ältere Beiträge zur Physiologie der Sinnesorgane. Das Augenleuchten und die Erfindung des Augenspiegels, dargestellt im Abhandlungen von Brücke, Cumming, Helmholtz und Ruete, 1892.

26. *Krückmann, E.*, Anatomisches über die Pigmentzellen der Retina 1898. Graefe's Archiv für Ophthalm. Bd. 47.

27. *Lange*, Die Eigenfarbe der Netzhaut und deren ophthalmoskopischer Nachweis Inaug.-Diss. 1878.

28. *Langendorff, O.*, Über die Beziehungen des oberen sympathischen Halsganglions zum Auge und zu den Blutgefässen des Kopfes 1900. Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde XXXVIII.

29. *Lauber*, Beiträge zur Anatomie des vorderen Augenabschnittes der Wirbeltiere 1902. Anat. Hefte XVIII.

30. *Leydig, F.*, Einiges zum Bau der Netzhaut des Auges. Zoologische Jahrbücher, VII. Bd.

30a. Derselbe, Lehrbuch der Histologie, Frankfurt, 1857.

31. Derselbe, Pigmente der Hautdecke und der Iris. Verhandlungen der Physik.-medic. Gesellschaft Würzburg. N. F. XXII Band Nr. 9.

31a. Derselbe, Die Farbe der Retina und das Leuchten der Augen. Archiv für Naturg. 43. Jahrg. 1877.

32. *Lieberkühn, N.*, Über das Auge des Wirbeltierembryos. Schriften der Ges. zur Beförd. der ges. Naturwissenschaften zu Marburg. 1872. Bd. X.

33. Derselbe, Beiträge zur Anatomie des embryonalen Auges. Archiv f. Anat. und Entwicklungsgesch. 1879 Anat. Abt.

34. *Lubarsch, O.*, Zur Frage der Pigmentbildung. Entgegnung auf die Berichtigung A. Fischels. 1897, Anat. Anzeiger XIII. Band.

35. *Maass, F.*, Zur Kenntnis des körnigen Pigments im menschlichen Körper. Archiv für mikroskopische Anat. 1889. Bd. XXXIV.

36. *Merkel, Fr.*, Der Dilatator pupillae. Zeitschrift für rationelle Medizin. 1868. Bd. XXXIV.

37. Derselbe, Die Muskulatur der menschlichen Iris. Rostock. 1873.

38. Derselbe, Das Auge des Neugeborenen an einem schematischen Durchschnitt er-

läutert. Aus dem anatomischen Institut zu Göttingen 1892.

39. *Michel, J.*, Über Iris und Iritis. Graefes Archiv für Ophthalm. 1881. Heft 2.

40. *Myiake, R.*, Ein Beitrag zur Anatomie des Musculus Dilatator pupillae 1900. Verh. der phys. med. Gesellschaft. Würzburg Band 34.

41. *Nussbaum, M.*, Entwicklungsgeschichte des menschlichen Auges. 1899. Graefe-Sämisch, Handbuch der gesamten Augenheilkunde Band II Kap. 7.

42. Derselbe, Die Pars ciliaris retinae des Vogelauges. Arch. mikr. Anat. und Entwicklungsgeschichte 1901. Band 57. Heft 2.

43. Derselbe, Entwicklungsgeschichte der Binnenmuskulatur des Auges der Wirbeltiere 1901. Archiv für mikr. Anat. und Entwicklungsgeschichte Bd. 58.

44. *Reinke, F.,* Zellstudien. Aus dem Anatomischen Institut zu Rostock 1894. Archiv für mikoskopische Anatomie, Bd. 43.

45. *Retzius, G.,* Zur Kenntnis vom Bau der Iris. Biologische Untersuchung. Neue Folge V. Stockholm, 1893.

46. *Schwalbe, G.,* Lehrbuch der Anatomie des Auges 1883.

47. Derselbe, Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane 1887.

48. *Schultze, O.,* Grundriss der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Säugetiere. Leipzig 1896—1897.

49. Derselbe, Zur Entwicklung des Gefässsystems im Auge.

50. *Strahl, H.,* Zur Entwicklung des menschlichen Auges. Anatomischer Anzeiger 1898. XIV.

51. *Stricker's* Handbuch der Lehre von den Geweben der Menschen und Tiere. 1871. Band VI.

52. *Toldt, K.*, Lehrbuch der Gewebelehre mit vorzugsweiser Berücksichtigung des menschlichen Körpers 1884.

53. *Ucke, A.*, Zur Entwicklung des Pigmentepithels der Retina. Inaug.-Dissertation. Dorpat. 1891.

54. *Vialleton, L.*, Sur le muscle dilatateur de la pupille chez l'homme. Archives d'Anatomie mikroscopique 1897.

55. *Wagner, R.*, Handwörterbuch der Physiologie und der vergleichenden Anatomie 1842.

56. Entgegnung auf Herrn Harless »Über die Chromatophoren des Frosches. (Separatabdruck.)

57. *Zander, R.*, Embryologie des Auges. Separatabdruck aus der Bibliothek medizinischer Wissenschaften. I. »Augenkrankheiten«.

58. Derselbe, Iris. Separatabdruck aus der Bibliothek medizinischer Wissenschaften. I. »Augenkrankheiten«.

Figurenerklärung.

Fig. 1. Radialschnitt durch die Iris eines Katzenembryo von 12 cm Kopf-Schwanzwurzel-Länge. Fixiert mit *Zenker*'scher Mischung, gefärbt mit Borax-Carmin. Leitz, Objektiv 7, Okular 1. Vgr. 370× r. Pars retinalis iridis. m. Muskelschicht mit Pigmentkörnern, die denjenigen in den Epithelzellen der Pars retinalis entsprechen. st. Irisstroma, enthält rundliche und ovale Bindegewebszellen embryonaler Form.

Fig. 2 Radialschnitt durch die Iris eines Katzenembryo von 6 Tagen. Alles wie in Fig. 1 angegeben. Im Stroma der Iris treten pigmentierte Zellen auf.

Fig. 3. Radialschnitt durch die Iris eines 10 tägigen Kätzchens, 1 Tag nach Lösung der Augenlider. Fixierung, Vergrösserung u. s. w. wie in Fig. 1 angegeben. Die Pigmentzellen in grösserer Zahl, die Fibrillenbildung der Pigmentzellen und der gewöhnlichen Bindegewebszellen beginnt; die Bindegewebsfibrillen grenzen in der Muskelschicht Bündel ab. p. Rest der Pupillarmembran.

Fig. 4. Radialschnitt der Iris einer 2 jährigen Katze. Chromessigsäure, Borax-Carmin, sonst wie oben.

Die Pigmentzellen (p) im Stroma enthalten gelb pigmentierte Fibrillen, die kleineren gewöhnlichen Bindegewebszellen liefern unpigmentierte Fibrillen. Die Pigmentkörner der Muskelschicht nehmen ab, dagegen treten in ihr Pigmentzellen bindegewebiger Natur mit Pigmentschollen auf (p).

Lebenslauf.

Adolf Hugo Hasche wurde am 5. Oktober 1873 zu Hamburg geboren, evangelisch-lutherischer Konfession, als Sohn des 1879 verstorbenen Kaufmanns *Ernst Alfred Hasche* und seiner Ehefrau *Emilie Friederike Klünder*. Von 1879-1885 besuchte ich die Privatschule von *F.* und *W. Glitza* zu Hamburg und bezog dann das Gymnasium zu Wandsbek und 1893 die grosse Stadtschule zu Rostock, wo ich Ostern 1895 das Abiturientenexamen bestand. Nach bestandenem Examen bezog ich die Universität zu Göttingen und unterwarf mich hier am Schlusse des S.S. 1897 der

ärztlichen Vorprüfung. Im W.S. 1897-1898 diente ich mein erstes Halbjahr mit der Waffe in Erlangen und blieb auf dieser Universität bis zur Beendigung meines Staatsexamens am 18. Januar 1901. Am 1. März wurde ich Volontär-assistent am anatomischen Institut zu Rostock und diente als solcher gleichzeitig vom 1. Oktober 1901 bis zum 1. April 1902 beim Grossherzoglich Mecklenburgischen Füsilier-regiment No 90 als Einjährig-Freiw. Arzt. Nach Beendigung dieser Arbeit werde ich nach Hamburg übersiedeln.

Zum Schluss sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Barfurth, auch an dieser Stelle für die Anregung zu der vorliegenden Arbeit und für die liebenswürdige Unterstützung, die mir bei der Abfassung der Arbeit zu teil geworden ist, meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Fig. 1.

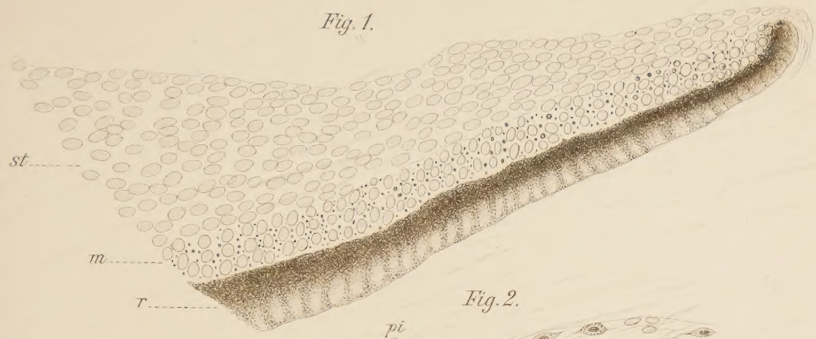

Fig. 2.

Fig. 3.

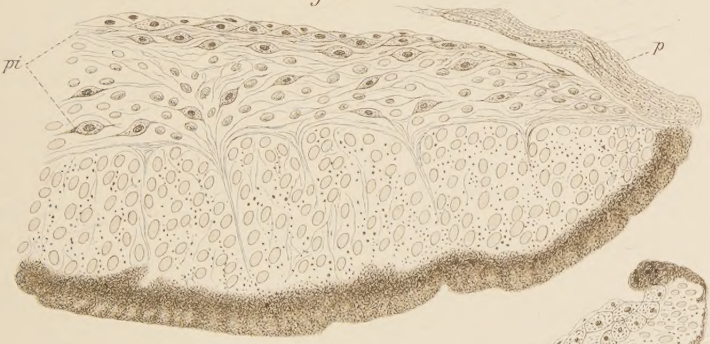

Fig. 4.

Lith. Anst. v. C. Kirst & Co, Leipzig